

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-46332

(P2000-46332A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 2 3 R 3/28		F 2 3 R 3/28	D
F 0 2 C 9/28		F 0 2 C 9/28	Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平11-212485	(71) 出願人	390032296 アセア ブラウン ボヴェリ アクチエン ゲゼルシャフト ASEA BROWN BOVERI A KTIENGESSELLSCHAFT スイス国 バーデン ハーゼルシュトラ ーセ 16
(22) 出願日	平成11年7月27日 (1999.7.27)	(72) 発明者	ゲールハルト ミュラー ドイツ連邦共和国 ゲルメリンク ヴァイ デンシュトラーク 9
(31) 優先権主張番号	9 8 8 1 0 7 2 3. 1	(74) 代理人	100061815 弁理士 矢野 敏雄 (外 2 名)
(32) 優先日	平成10年7月27日 (1998.7.27)		
(33) 優先権主張国	ヨーロッパ特許庁 (E P)		

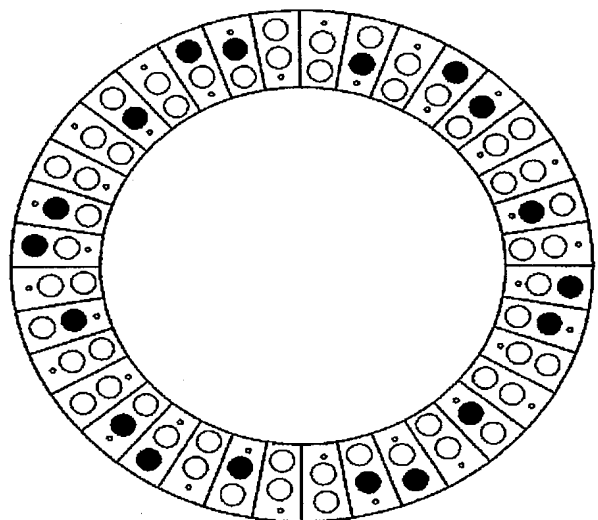
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス状の燃料でガスタービンを運転する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 ガスタービンを運転する方法であって、燃焼室にてガス状の燃料を燃焼し、その際に発生した熱い燃焼ガスをタービンを通して導き、ガス状の燃料を燃焼室に、多数の並列に働く、制御可能な、単数又は複数の同心的な、ほぼ円形のリングに配置されたバーナを介して供給し、燃焼室に燃料孔を介して吹込む形式のものにおいて、高い確実性と種々異なる運転範囲での順応性を簡単な形式で達成すること。

【解決手段】 バーナをそれぞれ1つのリングのバーナを有する少なくとも2つのバーナグループ (40-42) に分け、これらのバーナグループをタービンの運転状態に関連して個別に制御すること。



44

● 40

○ 41

○ 42

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃焼室においてガス状の燃料が燃焼させられかつその際に発生した熱い燃焼ガスがガスタービンを通して導かれるガスタービンを運転するための方法であって、ガス状の燃料が燃焼室に、並列に働く、制御可能な、単数又は同心的な複数の、ほぼ円形のリングの上に配置されたバーナ（27）を介して供給されかつ燃焼室へ燃料孔を介して吹込まれる形式のものにおいて、バーナ（27）が少なくとも 2 つのバーナグループ（40-42）に分けられており、これらのバーナグループが前記リングの少なくとも 1 つのバーナを包含しており、前記バーナグループをガスタービンの運転状態に関連して個別に制御することを特徴とする、ガス状の燃料でガスタービンを運転する方法。

【請求項 2】 負荷がかかっている無負荷運転から全負荷運転にガスタービンを上昇運転する場合に、少なくとも 2 つのバーナグループ（40-42）を少なくとも 2 つの時相で順次、少なくとも部分的に点火しかつ／又は接続する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 異なる時相におけるバーナグループ（40-42）の点火及び／又は接続を、ガスタービンの回転数及び／又はガスタービンにかかる負荷及び／又はガスタービンが放出するエミッションに関連して行う、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】 個々のバーナグループ（40-42）のバーナへの燃料供給を、異なる時相にて、ガスタービンの回転数及び／又はガスタービンにかかる負荷及び／又はガスタービンが放出するエミッションに関連して行う、請求項 2 又は 3 記載の方法。

【請求項 5】 バーナを少なくとも 2 つの運転形式（30, 31）で運転する、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 6】 少なくとも 1 つのバーナグループ（41）が他の 1 つのバーナグループ（42）と同じバーナ（27）を有しているが、前記バーナグループにおいてバーナ（27）の運転形式（30, 31）が異なっている、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 バーナ（27）を、前混合孔を介してガス状の燃料が側方からバーナに吹込まれる前混合モードで運転できるか又は中央のパイロットガス孔を介して燃料が吹込まれるパイロットモード（30）で運転できる、請求項 5 又は 6 記載の方法。

【請求項 8】 下方の負荷範囲（50, 60）においてバーナがパイロットモード（30）だけで運転され、中央の負荷範囲（51, 61）においてバーナがパイロットモード（30）でも前混合モード（31）でも運転され、上方の負荷範囲においてバーナが前混合モードだけで運転される、請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】 上方の負荷範囲（53, 62）において、前混合モードにおいて希薄な燃料で運転されるバー

ナ（40）を前混合モードで濃厚な燃料で運転されるバーナ（41）によって外部からパイロットすることで燃焼プロセスの安定性を保証する、請求項 7 又は 8 記載の方法。

【請求項 10】 第 1 のバーナグループ（40）がバーナ（27）の総数の半分よりも少ないバーナ（27）を有し、この第 1 のバーナグループ（40）のバーナを、前混合モード（31）で運転し、第 2 のバーナグループ（41）を燃焼室に残ったバーナ（27）によって形成し、この第 2 のバーナグループ（41）のバーナ（27）を前混合モード（31）で運転し、第 2 のバーナグループのバーナ（27）によって第 3 のバーナグループ（42）を形成し、第 3 のバーナグループ（42）のバーナ（27）をパイロットモード（30）で運転する、請求項 7 から 9 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 11】 燃焼室が全部で 72 のバーナを有し、第 1 のバーナグループ（40）が前記リングの上にほぼ均等に周方向に分配された 18 のバーナを有し、第 2 と第 3 のバーナグループが残った 54 のバーナを有している、請求項 10 記載の方法。

【請求項 12】 ガスタービンを負荷のかかっている無負荷運転から負荷運転に上昇運転する場合に、有利には相対負荷が 0 と 20 % との間である第 1 の時相（50, 60）にて、第 3 のバーナグループ（42）だけがアクティブであって、この第 3 のバーナグループ（42）に、負荷が増した場合に、次第に多くの燃料を供給し、有利には負荷が 20 % と 53.5 % との間である、切換え点（52）までの第 2 の時相（51, 61）にて、3 つのバーナグループ（40-42）の全部がアクティブであり、この第 2 の時相（51, 61）にて第 3 のバーナグループ（42）に、負荷が増大すると減少する燃料を供給するのに対し、第 1 のバーナグループ（40）と第 2 のバーナグループ（41）とは次第に多くの燃料を供給し、その際、第 1 のバーナグループを第 2 のバーナグループよりも濃厚な燃料で運転し、53.5 % の切換え点の上側の第 3 の時相（53, 62）にて、第 3 のバーナグループ（42）を完全に遮断し、第 1 のバーナグループ（40）を希薄な燃料でかつ第 2 のバーナグループ（41）を濃厚な燃料で運転し、この第 3 の時相（53, 62）で負荷が増大するにつれて第 1 のバーナグループに供給される燃料を濃厚化しかつ第 2 のバーナグループ（41）に供給される燃料を希薄化する、請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】 燃焼室においてガス状の燃料を燃焼させ、その際に発生する熱い燃焼ガスをガスタービンを通して導くガスタービンを運転する装置であって、ガス状の燃料を燃焼室に、並列的に働く、制御可能な単数又は同心的な複数の円形のリングに配置された多数のバーナ（27）を介して供給しかつ燃焼室に燃料孔を介して吹込む形式のものにおいて、バーナ（27）が少なくとも

2つのバーナグループ(40-42)に分割されており、これらのバーナグループがそれぞれ、少なくとも1つのリングのバーナを有し、これらのバーナグループがガスタービンの運転状態に関連して個別に制御されることを特徴とする、ガス状の燃料でガスタービンを運転する装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はガスタービンの分野に関連する。本発明は、燃焼室においてガス状の燃料が燃焼させられ、その際に発生する熱い燃焼ガスがガスタービンに導かれるガスタービンを運転する方法であって、ガス状の燃料が燃焼室に、並列に働く、制御可能な、単数又は同心的な複数の、ほぼ円形リングに配置された多数のバーナを介して供給され、かつ燃焼室へ燃料孔を介して吹込まれる形式の方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】ガスタービンは次第に、燃料が稀薄である前混技術を有する多重バーナを備えるようになってきている。この場合には燃料と燃焼空気はできるだけ様に前混合され、そのあとではじめて火炎に供給される。これが高い空気過剰率で行われると、比較的により低い火炎温度が生じ、ひいては窒素酸化物の形成がわずかになる。

【0003】ガスタービンの幾何学的な形状に相応して多数のバーナはしばしば環状にリング燃焼室の形で配置される。このようなガスタービン-リング燃焼室はEP-0597137B1号及びEP-0597138B1号により公知である。この場合には液状又はガス状燃料は多重のリングを成して配置されたバーナに、燃料供給リングを介して供給される。そこで燃料はリング燃焼室へ吹込まれかつ燃焼させられる。同様にバーナへの水の供給も燃料供給リングの横に配置された水リングを介して保証される。

【0004】ガス状の燃料を使用した場合には、負荷状態の種類、運転状態にあるバーナの数、エミッション値又は似たようなガスタービン特性値に応じて、個々のバーナの異なる運転形式が多かれ少なかれ有利である。ダブルコーンバーナの場合には例えば、いわゆるパイロットモードで、ガス状の燃料がダブルコーンバーナの基部の中央で、いわゆるパイロットガス孔を介して燃焼空気に添加されることができ、このように運転されたバーナは火炎温度が高く、きわめて安定した火炎が生じるという点ですぐれているが、不都合なエミッション値をもたらす。他面においては前混合モードではダブルコーンバーナの場合には、ガス状の燃料が円錐領域で前混合ガス孔を通して側方から燃焼空気に添加される。前混合モードで運転されるバーナの火炎は、火炎温度が低く、これに伴って有利なエミッション値が得られるという利点を有しているが、パイロットモードで運転されるバーナ

よりも安定性が著しく低いという欠点がある。ダブルコーンバーナは原則的にはガス状の燃料が一方又は他方の孔から吹込まれるかに応じて順次又は平行して両方の上記運転形式で、運転できるように構成されることができ、

【0005】冒頭に述べた形式のガスタービンが無負荷運転から負荷運転に上昇運転させられると、しばしば望ましくない結果が生じる。特に上昇運転の所定の時相と部分負荷運転で、強い煙及び窒素酸化物の発生の可能性があり、バーナが消え、さらにガスタービンが不都合な振動が発生する惧れがある。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、ガス状の燃料で運転されるガスタービンの上昇運転も部分負荷運転も確実に、複雑ではない、有害成分の少ない形式で可能である方法と装置とを提供することである。

##### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の課題は、冒頭に述べた形式の方法において、バーナが少なくとも2つのバーナグループに分けられており、これらのバーナグループがそれぞれ前記リングの1つのバーナを有し、これらのバーナグループがガスタービンの運転状態に関連して個別に制御されることにより解決された。本発明に従って、個別にガス状の燃料で制御可能なバーナグループを使用することにより、燃焼室の条件は、申し分なくガスタービンの運転状態に適合させられる。この結果、上昇運転及び部分負荷運転はガスタービンにおけるコントロールされた燃焼及び流れ条件のもとで可能になる。

【0008】本発明の方法の有利な実施例は、ガスタービンのバーナが少なくとも2つの時相で順次点火されかつ/又は接続され、すなわちガス状の燃料が供給されることを特徴としている。この場合、接続は有利にはタービンの回転数、タービンにかかる負荷又はタービンから放出される煙ガスに関連して行われる。さらに同様に上記特性値に関連してガス状の燃料の供給を変化させることができる。このような形式で基準条件に応じてリング燃焼室の最適な燃焼状態を簡単な形式で調節できるようになる。

【0009】この実施例の有利な別の構成の特徴は、前述のバーナグループのグループ分けが少なくとも部分的に、異なる運転モードで行われていること、つまり所定のバーナが複数の異なる運転形式で運転されることである。特に前混合モードとパイロットモードとに分けることは、煙及び窒素酸化物の阻止と安定かつ消火しない火炎との間のコンプロミスを申し分なく実現するのにきわめて適した燃焼状態をリング燃焼室に調節することを可能にする。

【0010】ガスタービンが無負荷から負荷又は部分負荷運転に上昇運転されるとバーナグループは上昇運転の異なる時相にて順次接続される。この場合、異なる時相

の間の境界は有利にはタービンの回転数、タービンにかかる負荷及び／又はタービンが放出するエミッションに関連して決定される。

【0011】他の実施態様は従属請求項に記載してある。

【0012】

【実施例】図1には本発明によるリング燃焼室の制御が概略的に示されている。このような制御は例えばABBの公知のEY17バーナを有するABBのガスタービンGT13E2において可能である。ガス状の燃料は供給導管11を介してバーナシステムに供給される。この場合、供給は主遮断弁12により調整できる。燃料はまずフィルタ13において、次いでシーブ14で浄化され、そのあとで高速遮断弁15を介して調整可能にバーナ近辺の領域に達する。バーナグループ40-42の分割に応じてバーナ導管は燃料供給リング21-23に分けられる。これらの燃料供給リング21-23は制御弁18-20を介して個別に制御可能である。燃料供給リング21-23は燃料供給リング出口24-26を有し、これらの燃料供給リング出口24-26を介して各バーナグループ40-42のバーナ27にガス状の燃料が供給される。当該グループ40-42のバーナ27の運転形式に応じてバーナ27は異なって制御される。バーナ27がパイロットモード30で運転されると、燃料はまずバーナ弁29を通して流れ、次いで直接的にコーンバーナ27の根本においてパイロットガス孔を通して中央に吹込まれる。他面においてバーナ27が前混合モード31で運転されると、ガス状の燃料はバーナ弁29のあとでコーン領域にて前混合ガス孔を通して燃焼空気流へ吹込まれる。

【0013】図2はリング燃焼室を断面してバーナグループ40-42の分割と一緒に、ガス流動方向に抗して示した図である。72のバーナの3つのバーナグループ40-42は適当なマーキングによって示してある。塗りつぶされた丸は1/4前混合バーナグループ40の18のバーナ27を表し、空の丸は前混合モード31で運転されると前混合バーナグループ41の3/4を成し、パイロットモード30で運転されると、内部パイロットされる3/4バーナグループ42を形成する54のバーナを示している。換言すれば、両方のバーナグループ41と42は同じバーナから形成され、両方のバーナグループは図1に示されている形式でバーナ27の制御形式だけが異なっている。

【0014】図3には各バーナグループに対するガスの分配が%で、無負荷運転から全負荷運転(100%)又は過負荷運転(>100%)へ上昇運転する場合の全負荷に対するガスタービンにかけられた負荷をパーセントで表した関数として示されている。

【0015】ガスタービンを停止状態から無負荷運転にもたらしことはガス状の燃料を使用した場合には簡単で

ある。この場合にはガスタービンは約600rpmに外部から加速される。次いでこの回転数のもとで燃料はタービン出口温度に関連して吹込まれかつ点火される。この場合には内部パイロットされた3/4バーナグループ42の54のバーナだけが使用される。この場合、上記ガスタービンにとっては600-700gr/sの典型的なガス流が有利である。

【0016】ガスタービンの無負荷運転から全負荷運転へ上昇運転する第1の時相においては、運転は無負荷への上昇運転の場合と同じである。つまり内部パイロットされた3/4バーナグループ42の54のバーナだけが使用され、単に次第に多くのガス状の燃料が供給される。これによって低い負荷範囲における火炎の安定性が保証される。

【0017】約20%負荷の場合には他の2つのバーナグループ40と41が接続される。したがって第2の時相51においては3つのバーナグループ40-42がすべて働く。これはバーナグループ41、42のバーナが両方の運転モードで並列に運転されることを意味する。3つのバーナグループのガス供給は第2の時相51においては異なっている。3/4の内部パイロットされたバーナグループ42は、連続的により少ないガス状の燃料で制御され、切換え点52、つまり有利には約50%負荷では、3/4の内部パイロットされたバーナグループ42には、まだ、総ガス流の約25%しか供給されない。他面においては前混合バーナグループ40と41は相応に増加するガス量で制御される。3/4の前混合バーナグループ41は切換え点52において約40%の相対ガス量で終る。つまりバーナグループ41と42のバーナの燃料の供給は次第に多く内部パイロットされた運転形式から前混合制御へ移動する。第2の時相51においては、付加的に1/4前混合バーナグループ40も上昇運転され、しかも3/4前混合バーナグループ41よりも著しく強く上昇運転される。すなわち、切換え点52では燃料量の約36%が1/4前混合グループ40の18のバーナだけに供給制御される。つまり、このバーナグループはきわめて濃厚な燃料で運転される。これは空気に対する燃料比φがガスタービンにかかる負荷の関数としてプロットされている図4からも明らかである。第1の時相60においては3/4の内部パイロットされたバーナグループ42のバーナが比較的稀薄であるが次第に増大制御される(φは約0.18から0.3に上昇する)。これに対し、第2の時相61では混合気密度は切換え点52まで再び約0.13にまで減少する。第2の時相61においては前混合バーナグループが接続されるが、しかし異なる量の燃料が供給される。3/4の前混合バーナグループ41はこの範囲では、比較的稀薄に切換え点52における約φ=0.2の値に上昇運転される。これに対し1/4前混合バーナグループ40の18のバーナは比較的濃厚に切換え点52にお

ける約  $\phi = 0.55$  に上昇運転させられる（上に述べた特殊なバーナの場合には約  $2.2 \text{ kg/s}$  の燃料ガスが  $1/4$  前混合バーナグループ 40 のバーナに供給される）。内部パイロットされたバーナ（バーナグループ 42）と外部パイロットされたバーナグループ 40 のバーナ（バーナグループ 40 はある程度バーナグループ 41 のバーナによって外部パイロットされる）との前混合は、約  $20 \sim 50\%$  の負荷範囲において消火の欠点なしで良好な窒素酸化物エミッションを得るためのベースである。

【0018】切換え点 52 でガス流は所定の論理回路を使用して大きな量で切換えられる。 $3/4$  の内部パイロットされたバーナグループ 42 と  $1/4$  の前混合バーナ 40 は完全に切られるのに対し、 $3/4$  前混合バーナ 41 は濃厚運転に切換えられる。切換えに際しては約  $3.5\%$  の相対負荷ですべての弁が同時に切換えられる。 $3/4$  の内部パイロットされたバーナグループ 42 に向う導管内の燃料ガス圧は、弁が閉じた直後でも、この粗い切換えプロセスにおける消火の危険がきわめてわずかなるような量の燃料がバーナの内部へ流れるように高く選ばれている。これに対し、下降運転では消火を効果的に阻止するために別のことが行われなければならない。すなわち、約  $53\%$  の相対負荷では、 $3/4$  の内部パイロットされたバーナグループ 42 への導管におけるガス流が十分な値に達すると（これは上記バーナでは約  $0.72 \text{ kg/s}$  である）、前混合バーナグループ 41 への燃料供給がさしあたり減じられる。 $1/4$  の前混合バーナグループ 40 には次いで、下降運転される場合に、内部パイロットされた  $3/4$  のバーナグループのガス流がすでに所定の値を取っていると（上記例では  $0.05 \text{ s}$  に対し、 $0.12 \text{ kg/s}$  以上）、燃料が供給される。

【0019】切換え点 52 の上側の第 3 の時相ではすべてのバーナは前混合モード 31 で運転される。この場合にはバーナグループ 40 と 41 だけが働く。負荷が増大すると、切換え点の上側で、前混合バーナグループ 40 には次第に多くのガス状の燃料が供給されるのに対し、 $4/3$  の前混合バーナグループ 41 はその前にいくらか下降運転される。総じて切換え点 52 の上側の中央の負荷では  $3/4$  の前混合バーナグループ 41 が濃厚燃料で

運転され、 $1/4$  の前混合バーナグループ 40 は前よりも稀薄な燃料で運転される（図 4）。

【0020】全負荷と特に過負荷範囲（ $>100\%$ ）ではしかしながら混合気密度はきわめて似ており、約  $0.5$  の  $\phi$  の値が両方のバーナグループ 40 と 41 とのために当嵌まる。

【0021】切換え点 52 と全負荷（ $100\%$ ）との間の範囲では空気に対する燃料の比  $\phi$  は窒素酸化物のためにもっとも重要であるパラメータである。しかしながらガスタービンの窒素酸化物の放出量をさらに適正化する

ためには値  $\phi$  の変化に加えて  $3/4$  の前混合バーナ 41（この場合には主前混合バーナグループ）と  $1/4$  の前混合バーナグループ 40（この場合には外部パイロットされた前混合バーナグループ）との  $54$  のバーナの間の比を変化させることが有利である。このような形式で窒素酸化物の細かい調節と火炎安定とを達成することができる。特にガスタービンハードウェアにおける変化、周辺条件又はガスタービンにかかる負荷の迅速な変化に反応させることができる。

10 【0022】ガスタービンが全負荷（ $100\%$ ）で運転されると、窒素酸化物のエミッションは、換言すれば、両方のバーナグループ 40、41 の燃料制御比を介して適正に調節される。均一な運転のためには特に  $3/4$ （バーナグループ 41）に対する  $1/4$ （バーナグループ 40）の比が  $0.1$  から  $0.25$  であると適正である。

【0023】ガスタービンの運転にとって実地において特に重要であることは、迅速な負荷変動時の挙動である。まさに負荷勾配が大きい場合には、バーナが消火する危険が生じる。切換え点 52 の下側の負荷範囲ではこの危険は少なくともバーナ（バーナグループ 42）の部分が安定した、内部パイロットされた運転モードで運転されることで減少させられる。切換え点 52 の上側では迅速な負荷変動には、前混合バーナグループ 41 が濃度の高められた燃料で運転されかつ多くの燃料が供給されるのに対し、 $1/4$  の前混合バーナグループ 40 がより稀薄な運転に下降運転させられることで反応する。この結果、消火しない安定した火炎が形成される。特に切換え点の著しく上側の負荷範囲ではこの適合が常により良く行われることが明らかである。何故ならばそこでは  $1/4$  の前混合バーナグループ 40 には著しく燃料が供給されるからである。切換え点 52 のすぐ上側の範囲でも、ガスタービンにかかる負荷の迅速な変化に反応するためには、バーナ内へ流入する空気を VIGV (variable inlet guide vane) を介していくらか減少調整することができる。これは同様に空気に対する燃料の比が濃厚になり、ひいてはバーナ火炎が安定するようになるという結果をもたらす。

40 【0024】上昇運転を前述の如く複雑に実施することは以下の点から有利である。

【0025】—すべての負荷範囲でガスタービンのバーナは安定しかつ消火に対して確実に調節される。

【0026】—すべての負荷範囲において、種々のグループを相互に調節することが可能であることにより窒素酸化物のエミッションが良好に保たれかつ調整される。

【0027】—バーナグループの分割と異なる運転モードは迅速な負荷の変動に対する融通性のある反応を許し、ガスタービンの運転を一層安定させる。

【0028】—運転計画が簡単でかつ確実である。

50 【0029】—コントロールされた上昇及び下降運転に

よりガスタービンの順応性が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 燃料系とバーナとを概略的に示した図。

【図 2】 リング燃焼室をガス流動方向で見て概略的に示した図。

【図 3】 3つのバーナリングに対する相対的な燃料分配を、ガスタービンにかけられた負荷を全負荷に対する%で表わした関数として示した図。

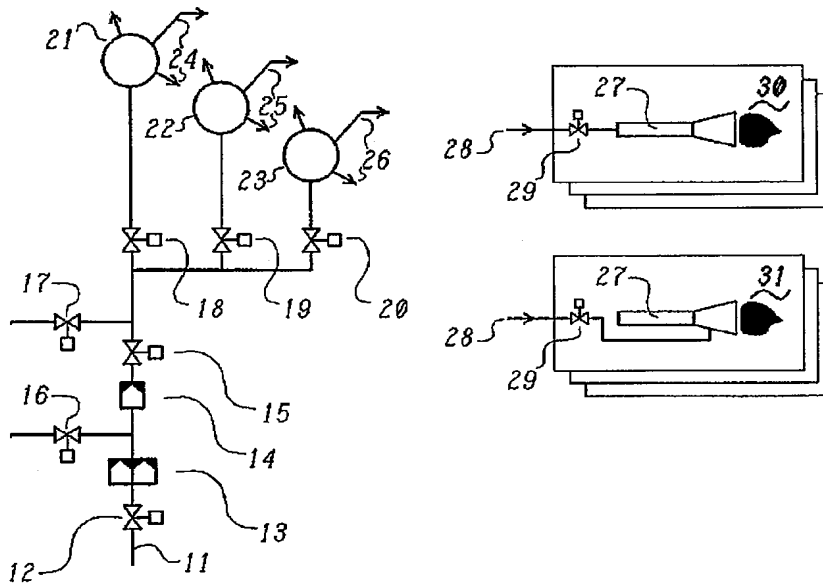
【図 4】 全負荷に対して測定された、ガスタービンにかけられる負荷の関数として燃料-空気比を示した図。

【符号の説明】

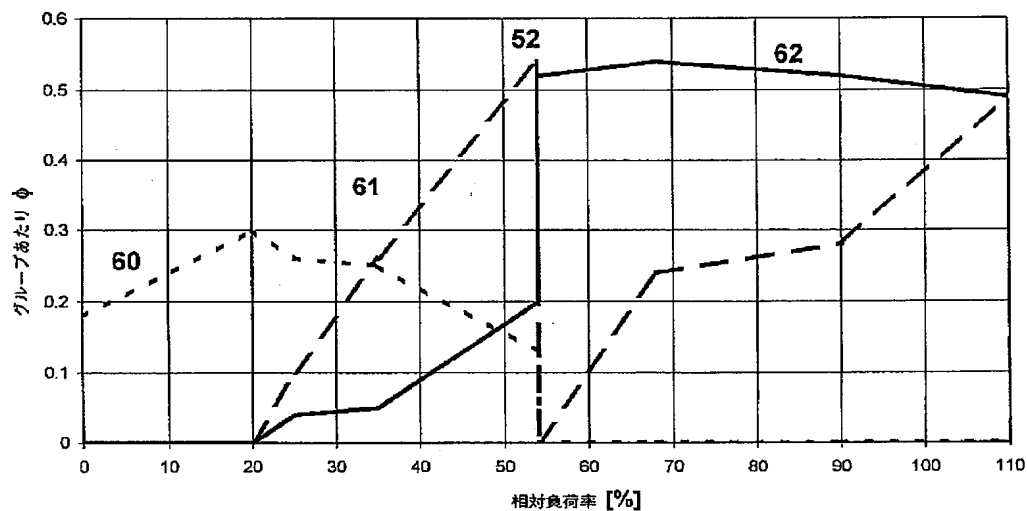
11 供給導管、 12 主遮断弁、 13 フィル

\* タ、 14 シーブ、 15 高速遮断弁、 16, 17 弛緩弁、 18, 19, 20 制御弁、 21, 22, 23 燃料供給リング、 24, 25, 26 燃料供給リング出口、 27 バーナ、 28 燃料供給リング出口、 29 バーナ弁、 30 パイロットモードのバーナ、 31 前混合モードのバーナ、 40 1/4前混合グループ、 41 3/4前混合バーナグループ、 42 3/4内部パイロットとされたバーナグループ、 44 バーナリング、 50, 51, 53 負荷運転での運転範囲、燃料分配、 52 切換え点、 60, 61, 62 負荷運転における運転範囲燃料/空気比

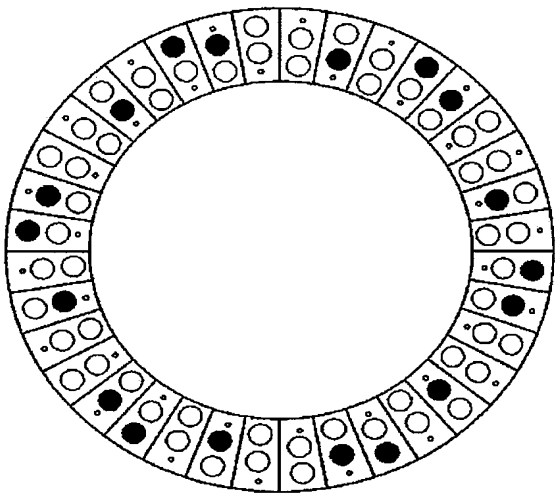
【図 1】



【図 4】



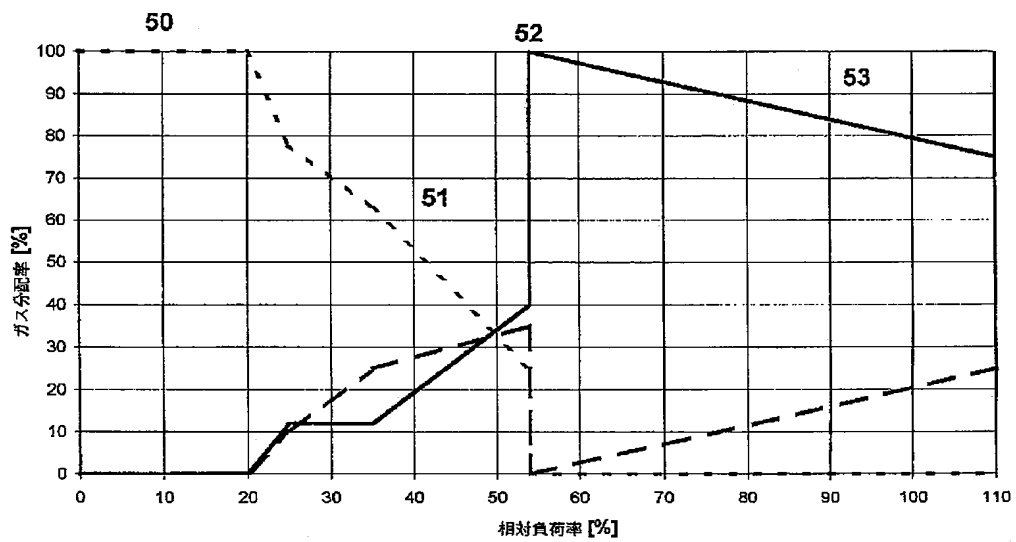
【図 2】



44

- 40
- 41
- 42

【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 フランク ライス  
 ドイツ連邦共和国 ラウフリンゲン アイ  
 ヒェンドルフシュトラッセ 12

(72)発明者 ビルミン シーセル  
 スイス国 ウンターエーレンディンゲン  
 ティーフエンヴァーク 415

(72)発明者 シュテファン チレン  
スイス国 ヌンニンゲン ゼースペルシュ  
トラーセ 33